

## Diskussion

Obwohl das Frettchen eines der ältesten Haustiere darstellt – es wird schon in römischer Zeit (STRABO 63 v. Chr. – 20 n. Chr.) als Hilfe bei der Kaninchenjagd erwähnt – hat es viele ursprüngliche Merkmale des freilebenden Iltis behalten. Wegen seiner Zahmheit eignet es sich ausgezeichnet für Untersuchungen im Labor, und in den letzten Jahren wird es als Modell für die Erforschung des Verhaltens und der Physiologie der Musteliden verwendet (POLLARD et al. 1967; APFELBACH und EBEL 1975; APFELBACH und WESTER 1977). Die Versuche von RÄBER (1944) und APFELBACH (1973) hatten gezeigt, daß der Gesichtssinn beim Nahrungserwerb der Frettchen eine Rolle spielt. Auch die Ortsdressuren und Dressuren im „Irrgarten“ die MÜLLER (1930), POLLARD und LEWIS (1969) und POLLARD (1971) durchführten, zeigten, daß die Frettchen optische Hilfen zur Orientierung benutzen.

Die histologischen Untersuchungen von BAUMEISTER (1975), KRAUSE (1888), STUTNITZ (1952) und GEWALT (1959) hatten ergeben, daß der Bau des Auges von Frettchen und Steinmarder zahlreiche Merkmale aufweisen, die es als besonders geeignet für das Sehen in der Dämmerung erscheinen läßt. Die Retina ist aus Stäbchen und Zapfen aufgebaut, (im Verhältnis Stäbchen: Zapfen = 25–30:1). Im Gegensatz zu der großen Anzahl von Stäbchen waren wenig Ganglienzellen zu finden. Auf einen Retinaabschnitt von  $100\mu^2$  entfallen nur 5–7 Ganglienzellen, hingegen bis zu 120 Stäbchen und durchschnittlich 8 Zapfen. Diese große Konvergenz der Stäbchen deutet auf ein relativ geringes Formenunterscheidungsvermögen bei Frettchen hin, zum anderen auf recht lichtempfindliche Augen. Außer dem Netzhautaufbau spricht die große, weit in den Glaskörper hineinragende Linse und das Vorhandensein eines mehrschichtigen Tapetum lucidum cellulosum für ein gutes Sehvermögen in der Dämmerung. Der Bau der Retina und Chorioidea des albinotischen Frettchens zeigte eine weitgehende Übereinstimmung mit denen anderer Musteliden. Jedoch fehlt in der gesamten Pigmentepithelschicht der Retina das Pigment.

Aus dem für Dämmerungstiere typischen Augenaufbau ist eine hohe absolute Lichtempfindlichkeit zu erwarten. Die visuelle Sensitivität liegt nach unseren Befunden sowohl beim albinotischen als auch beim pigmentierten Tier zwischen  $8,6 \times 10^{-5}$  bzw.  $8,6 \times 10^{-6}$  cd/m<sup>2</sup> ( $\cong 2,7 \times 10^{-6}$  bzw.  $2,7 \times 10^{-7}$  asb). Mit ähnlichen Methoden wurde von NEUWEILER (1962) für den Flughund eine absolute Schwelle von  $4 \times 10^{-7}$  asb bestimmt. In derselben Größenordnung liegen die Werte für die Katze (DUKE – ELDER 1958;  $5,8 \times 10^{-6}$  asb) und für verschiedene Eulenarten (OEHME 1961;  $1,5 \times 10^{-6}$  asb). Trotz der besonderen Ausbildung der Augen für das Sehen in der Dämmerung, sehen diese Dämmerungstiere nicht besser als der Mensch, dessen absolute visuelle Schwelle bei  $8,5 \times 10^{-8}$  asb liegt (PIRENNE und DENTON 1958). Die Absolutzahlen sind jedoch nur bedingt zu vergleichen, da die Ergebnisse in starkem Maße von der Methode abhängen.

Größere Unterschiede finden sich bei der Sehschärfe. Erste Versuche zur Bestimmung der Sehschärfe bei Musteliden wurden von NEUMANN und SCHMIDT (1959) mit Frettchen (Albino) und Iltisfrettchen durchgeführt. Die Versuchstiere mußten geometrische Formen (Kreis, Quadrat) im Größenbereich von 30–60 mm Durchmesser aus einer Entfernung von 1 m unterscheiden. Es gelang bis zu einer Flächendifferenz von 16,5%, was einem Sehinkel von 16'22" entspricht. Die Leistung blieb in einem Helligkeitsbereich von 260–0,1 lx konstant. Obwohl NEUMANN und SCHMIDT (1959) eine sehr unterschiedliche Methode zur Sehschärfebestimmung verwendeten, lassen sich ihre Ergebnisse mit den von uns erstellten Werten vergleichen. Es wurden in beiden Untersuchungen keine nennenswerten Abweichungen der Leistungen beim Iltisfrettchen und beim Albino gefunden. Die in vielen Dressuren geringeren Leistungen der Albinos gegenüber pigmentierten Tieren, (MÜLLER 1930; GEWALT 1959) werden von NEUMANN und SCHMIDT (1959) auf Augenfehler zurückgeführt, die bei vielen Albinos vorkommen. Die Differenz zwischen dem von NEUMANN und SCHMIDT (1959) erstellten Minimum separabile (16'22") und unseren Ergebnissen (8'24") ist höchstwahrscheinlich auf methodische Unterschiede zurückzuführen. Entscheidend wird die Seh-

schärfe von der Beleuchtungsstärke beeinflusst (NEUWEILER 1962). Auch bei Frettchen nimmt die Sehschärfe bei Verringerung der Lichtintensität ab. Sie vermindert sich, wird die Beleuchtungsstärke von 220 auf 0,01 lx herabgesetzt, um ca. die Hälfte. Eine ähnliche Relation findet sich auch bei Vampirfledermäusen (MANSKE und SCHMIDT, 1977).

Ein Vergleich mit anderen Tierarten zeigt, daß die Frettchen in etwa gleich liegen wie der Rothirsch (11'18", BACKHAUS 1956), das Opossum (11', WARKENTIN 1937), der Indische Elefant (10'20", ALTEVOGT 1955), die Bergziege (9'30" BACKHAUS 1956) und der Esel (8'30", BACKHAUS 1956). Viele Kleinsäuger besitzen ein sehr viel schlechteres optisches Auflösungsvermögen: z. B. Goldhamster (64', RAHMANN 1961), Berglemming (36', RAHMANN und ESSER 1965), Chinchilla-Kaninchen (30', THOMAS 1964), Ratte (20', HERMANN 1958), Flughund (18', NEUWEILER 1962); bei stark optisch orientierten Arten ist jedoch das Minimum separabile meist geringer: z. B. Spitzhörnchen (6'18", SCHÄFER 1969), Katze (5'30", SMITH 1936) und Galago (4'28", TREFF 1967).

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die Augen des Frettchens besonders auf das Sehen in der Dämmerung eingerichtet sind. Die absolute Sensitivität liegt im gleichen Größenordnungsbereich wie bei anderen dunkelaktiven Tieren. Obwohl ihre Sehschärfe ausreicht recht diffizile Formen zu erkennen, läßt das nur langsame Lernen des Streifenmusters vermuten, daß der visuelle Sinn gegenüber dem olfaktorischen und akustischen Sinn von untergeordneter Bedeutung ist.

### Zusammenfassung

Durch futterbelohnte Simultandressur wurde mit 5 Frettchen (*Mustela putorius* f. *furo*) (3♂♂, 2♀♀) die visuelle Sensitivität bestimmt. Die absolute visuelle Empfindlichkeit liegt zwischen  $8,6 \times 10^{-5}$  und  $8,6 \times 10^{-6}$  cd/m<sup>2</sup> ( $\cong 2,7 \times 10^{-7} - 2,7 \times 10^{-6}$  asb).

Die Sehschärfe wurde bei 3♂♂ Versuchstieren mit Hilfe einer Dressur auf Gleichrastrer ermittelt. Bei 220 lx kann das Minimum separabile mit 8'24", bei 0,01 lx mit 17'24" angegeben werden (Wahlabstand 50 cm).

### Literatur

- ALTEVOGT, R. (1955): Das visuelle Minimum separabile eines indischen Elefanten. *Z. vergl. Physiol.* **37**, 325–337.
- APFELBACH, R. (1973): Woran erkennt ein Raubtier seine Beute. *Umschau* **73**, 453–457.
- (1978): A sensitive phase for the development of olfactory preference in ferrets (*Mustela putorius* f. *furo* L.). *Z. Säugetierkunde* **43**, 289–295.
- APFELBACH, R.; EBEL, K. (1975): Vom Suchbildverhalten des Frettchens (*Putorius furo*) beim Beutefang. *Z. Säugetierkunde* **40**, 378–379.
- APFELBACH, R.; WESTER, U. (1977): The quantitative effect of visual and tactile stimuli on the prey-catching behavior of ferrets (*Putorius furo* L.). *Behavioural Processes* **2**, 187–200.
- BACKHAUS, D. (1956): Experimentelle Untersuchungen über die Sehschärfe und das Farbsehen einiger Huftiere. *Z. Tierpsychol.* **16**, 445–467.
- BAUMEISTER, W. (1975): Studies on the retina and choroid of Mustelidae (*Martes fiona* and *Putorius furo*). *Zool. Beitr.* **21**, 143–160.
- DOTY, B. A.; JONES, C. N.; DOTY, L. A. (1967): Learning set formation by mink, ferrets, skunks and cats. *Science* **155**, 1579–1580.
- DUKE-ELDER, ST. (1958): *The eye in evolution*. London: Kimpton.
- GEWALT, W. (1959): Beiträge zur Kenntnis des optischen Differenzierungsvermögens einiger Musteliden, mit besonderer Berücksichtigung des Farbsehens. *Zool. Beitr. N.F.* **5**, 117–175.
- HERMANN, G. (1958): Beiträge zur Physiologie des Rattenauges. *Z. Tierpsychol.* **15**, 462–518.
- KRAUSE, W. (1888): Über die Retinazapfen der nächtlichen Tiere. *Arch. mikroskop. Anat.* **19**.
- MANSKE, U.; SCHMIDT, U. (1976): Visual acuity of the vampire bat, *Desmodus rotundus*, and its dependence upon light intensity. *Z. Tierpsychol.* **42**, 215–221.
- MÜLLER, D. (1930): Sinnesphysiologische und psychologische Untersuchungen an Musteliden. *Z. vergl. Physiol.* **12**, 293–328.
- MÜLLER (1889): in MÖBES, K. W. G.: *Bibliographie des Kaninchens, nebst Anhang I. Das Frettchen. II. Das Meerschweinchen*. Akademischer Verlag Halle, Halle, Frankfurt/a. M.
- NEUMANN, F.; SCHMIDT, H. D. (1959): Optische Differenzierungsleistungen von Musteliden; Versuche an Frettchen und Iltisfrettchen. *Z. vergl. Physiol.* **42**, 199–205.
- NEUWEILER, G. (1962): Bau und Leistung des Flughundauges (*Pteropus giganteus* gig. Brunn.). *Z. vergl. Physiol.* **46**, 13–56.